

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年12月14日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第354412号

出 願 人

Applicant (s):

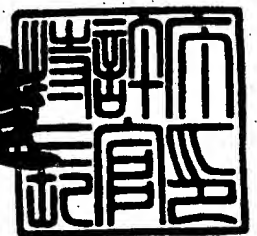
株式会社リコー

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年11月10日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3093572

【書類名】 特許願

【整理番号】 9907673

【提出日】 平成11年12月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 1/407

【発明の名称】 カラー画像処理方法、カラー画像処理装置、及びそのための記録媒体

【請求項の数】 23

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式会社リコー内

【氏名】 西田 広文

【特許出願人】

【識別番号】 000006747

【氏名又は名称】 株式会社リコー

【代表者】 桜井 正光

【代理人】

【識別番号】 100079843

【弁理士】

【氏名又は名称】 高野 明近

【選任した代理人】

【識別番号】 100112324

【弁理士】

【氏名又は名称】 安田 啓之

【選任した代理人】

【識別番号】 100112313

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩野 進

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014465

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9904834

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 カラー画像処理方法、カラー画像処理装置、及びそのための記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 紙の両面にカラー印刷された原稿の片面をデジタル入力して得られるデジタルカラー原画像に対してエッジを検出し、該検出したエッジの強度の低い部分に対する前記紙の背景色又は前記片面側の背景色画像を推定し、前記原画像において、裏写り成分である前記エッジ強度の低い部分を前記推定した背景色又は背景色画像に置き換えるカラー閾値処理を行うことにより、前記裏写り成分を除去した裏写り除去画像を生成することを特徴とするカラー画像処理方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のカラー画像処理方法において、前記エッジの検出は、エッジを検出する画像の各成分からエッジ強度を計算し、該各成分のエッジ強度の間の相関関係を考慮して行うことを特徴とするカラー画像処理方法。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 に記載のカラー画像処理方法において、前記カラー閾値処理は、前記エッジ強度を二値化処理し、該エッジ強度が閾値以上の画素を on 画素、前記エッジ強度が閾値より小さい画素を off 画素として得られるエッジ分布において、前記 off 画素の領域に対して、予め決めた大きさのウィンドウを設定して、各ウィンドウ内の画素を 2 つの色に分類し、該 2 つの色のうち輝度の大きい方の色を背景色と推定し、該推定した背景色で前記各ウィンドウ内の画素の色を置き換えることにより、前記原画像を前記背景色画像に置き換えることを特徴とするカラー画像処理方法。

【請求項 4】 請求項 3 に記載のカラー画像処理方法において、前記 off 画素の領域に対して、横（又は縦）方向の各ラインにランを構成し、該横（又は縦）方向のランを用いて前記背景色又は背景色画像を推定し、さらに、該推定した横（又は縦）方向の背景色又は背景色画像に対して、縦（又は横）方向の各ラインにランを構成し、該縦（又は横）方向のランを用いて背景色又は背景色画像を推定し、前記 off 画素に対応する前記原画像の画素を該推定した縦（又は横

）方向の背景色又は背景色画像の画素で置き換えることにより、前記原画像を前記背景色又は背景色画像に置き換えることを特徴とするカラー画像処理方法。

【請求項 5】 請求項 3 又は 4 に記載のカラー画像処理方法において、前記エッジ強度の二値化処理における閾値は、前記エッジ強度の分布を統計的に解析して自動的に設定することを特徴とするカラー画像処理方法。

【請求項 6】 請求項 3 乃至 5 のいずれか 1 に記載のカラー画像処理方法において、前記エッジ強度の二値化処理における閾値は、ユーザが裏写りの程度や紙質に応じて設定可能であることを特徴とするカラー画像処理方法。

【請求項 7】 請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 に記載のカラー画像処理方法において、前記裏写り除去画像のエッジを検出し、該検出した裏写り除去画像のエッジと前記原画像のエッジの分布を比較し、前記裏写り除去画像において、前記原画像に存在しないエッジの周囲について、再度、前記カラー閾値処理を適用し、修正した裏写り除去画像を生成することを特徴とするカラー画像処理方法。

【請求項 8】 請求項 7 に記載のカラー画像処理方法において、前記裏写り除去画像のエッジと前記原画像のエッジの分布の比較において、各画素について、前記裏写り除去画像で計算されたエッジ強度から前記原画像で計算されたエッジ強度を差し引き、その値が予め決めた閾値以上のものを、前記裏写り除去画像において、前記原画像に存在しないエッジと決めることを特徴とするカラー画像処理方法。

【請求項 9】 請求項 7 又は 8 に記載のカラー画像処理方法において、前記修正した裏写り除去画像を生成する際に、前記ウィンドウの大きさを前回の処理よりも小さく設定することを特徴とするカラー画像処理方法。

【請求項 10】 請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 に記載のカラー画像処理方法において、前記原画像から低解像度の縮小原画像を生成し、該縮小原画像に対して前記裏写り除去画像を生成し、該裏写り除去画像と前記縮小原画像の差分を計算して裏写り領域を推定し、該推定した裏写り領域に対応する前記裏写り除去画像の画素を元の解像度の前記原画像上に割り当てることを特徴とするカラー画像処理方法。

【請求項 11】 請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 に記載のカラー画像処理方

法において、前記原画像又は縮小原画像のカラー座標系を成分間の独立性が高い、Y C b C r 座標系、疑似K L カラー座標系等の別のカラー座標系に変換して、前記エッジの検出を行い、前記裏写り除去画像又は前記修正した裏写り除去画像に対して前記変換の逆変換を行うことを特徴とするカラー画像処理方法。

【請求項 1 2】 紙の両面にカラー印刷された原稿の片面をデジタル入力して得られるデジタルカラー原画像に対して、エッジを検出するエッジ検出手段と、該検出したエッジの強度の低い部分に対する前記紙の背景色又は前記片面側の背景色画像を推定する背景色推定手段と、前記原画像において、裏写り成分である前記エッジ強度の低い部分を前記推定した背景色又は背景色画像に置き換える画像置き換え手段とを有し、該画像置き換え手段により前記裏写り成分を除去して前記裏写り除去画像を生成することを特徴とするカラー画像処理装置。

【請求項 1 3】 請求項 1 2 に記載のカラー画像処理装置において、前記エッジ検出手段は、エッジを検出する画像の各成分からエッジ強度を計算し、該各成分のエッジ強度の間の相関関係を考慮してエッジを検出することを特徴とするカラー画像処理装置。

【請求項 1 4】 請求項 1 2 又は 1 3 に記載のカラー画像処理装置において、前記エッジ検出手段は、前記エッジ強度を二値化処理する二値化処理手段を有し、前記背景色推定手段は、該エッジ強度が閾値以上の画素を o n 画素、前記エッジ強度が閾値より小さい画素を o f f 画素として得られるエッジ分布において、前記 o f f 画素の領域に対して、予め決めた大きさのウィンドウを設定するウィンドウ設定手段と、該ウィンドウ設定手段により設定された各ウィンドウ内の画素を 2 つの色に分類するカラークラスタリング手段と、該 2 つの色のうち輝度の大きい方の色を背景色と推定する推定手段とを有し、前記画像置き換え手段は、該推定した背景色で前記各ウィンドウ内の画素の色を置き換える画素置き換え手段を有することを特徴とするカラー画像処理装置。

【請求項 1 5】 請求項 1 4 に記載のカラー画像処理装置において、前記 o f f 画素の領域に対して、横方向の各ラインにランを構成する横ラン構成手段と、縦方向の各ラインにランを構成する縦ラン構成手段とを有し、前記背景色推定手段は、前記横ラン構成手段（又は縦ラン構成手段）により構成された横（又は

縦) 方向のランを用いて前記背景色又は背景色画像を推定し、さらに、該推定した横 (又は縦) 方向の背景色又は背景色画像に対して、前記縦ラン構成手段 (又は横ラン構成手段) により構成された縦 (又は横) 方向のランを用いて背景色又は背景色画像を推定し、前記画素置き換え手段は、前記 $o f f$ 画素に対応する前記原画像の画素を前記推定した縦 (又は横) 方向の背景色又は背景色画像の画素で置き換えることを特徴とするカラー画像処理装置。

【請求項 1 6】 請求項 1 4 又は 1 5 に記載のカラー画像処理装置において、前記二値化処理手段は、前記閾値を前記エッジ強度の分布を統計的に解析して自動的に設定する自動閾値設定手段を有することを特徴とするカラー画像処理装置。

【請求項 1 7】 請求項 1 4 乃至 1 6 のいずれか 1 に記載のカラー画像処理装置において、前記二値化処理手段は、前記閾値をユーザが裏写りの程度や紙質に応じて設定する閾値設定手段を有することを特徴とするカラー画像処理装置。

【請求項 1 8】 請求項 1 2 乃至 1 7 のいずれか 1 に記載のカラー画像処理装置において、前記エッジ検出手段により前記裏写り除去画像のエッジを検出し、該検出した裏写り除去画像のエッジと前記原画像のエッジの分布を比較し、前記原画像に存在しないエッジを決定するエッジ決定手段と、前記裏写り除去画像において、前記原画像に存在しないエッジの周囲について、再度、裏写り除去画像を生成する反復手段とを有することを特徴とするカラー画像処理装置。

【請求項 1 9】 請求項 1 8 に記載のカラー画像処理装置において、前記エッジ決定手段は、各画素について、前記裏写り除去画像で計算されたエッジ強度から前記原画像で計算されたエッジ強度を差し引き、その値が予め決めた閾値以上のものを、前記裏写り除去画像において、前記原画像に存在しないエッジと決定することを特徴とするカラー画像処理装置。

【請求項 2 0】 請求項 1 8 又は 1 9 に記載のカラー画像処理装置において、前記反復手段は、再度、裏写り除去画像を生成する際に、前記ウィンドウの大きさを前回の処理よりも小さく設定することを特徴とするカラー画像処理装置。

【請求項 2 1】 請求項 1 2 乃至 2 0 のいずれか 1 に記載のカラー画像処理装置において、前記原画像から低解像度の縮小原画像を生成する画像縮小手段と

、該縮小原画像に対して生成した裏写り除去画像と前記縮小原画像の差分を計算して裏写り領域を推定する裏写り領域推定手段と、該推定した裏写り領域に対応する前記裏写り除去画像の画素を元の解像度の前記原画像上に割り当てる画素割り当て手段とを有することを特徴とするカラー画像処理装置。

【請求項 2 2】 請求項 1 2 乃至 2 1 のいずれか 1 に記載のカラー画像処理装置において、前記原画像又は縮小原画像のカラー座標系を成分間の独立性が高い、Y C b C r 座標系、疑似 K L カラー座標系等の別のカラー座標系に変換する座標系変換手段と、該座標系変換手段により変換した画像に対する裏写り除去画像に対して前記変換の逆変換を行う座標系逆変換手段とを有することを特徴とするカラー画像処理装置。

【請求項 2 3】 請求項 1 乃至 1 1 のいずれか 1 に記載のカラー画像処理方法を実行させるための、又は、請求項 1 2 乃至 2 2 のいずれか 1 に記載のカラー画像処理装置の機能を実行させるための、プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、カラー画像処理方法、該方法を実施するためのカラー画像処理装置、及び前記方法を実行させるための、又は前記装置の機能を実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関し、より詳細には、両面印刷されている文書において裏面の画像が透けて表面の画像の中に混ざって入力される「裏写り」を除去することが可能なカラー画像処理方法、該方法を実施するためのカラー画像処理装置、及び前記方法を実行させるための、又は前記装置の機能を実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

図 4 は、裏写りのあるカラー画像の例を示す図である。カラースキャナ、デジタルカメラ、デジタルカラーコピーなどのカラー画像入力機器の普及により、本

、雑誌、カタログ、広告、新聞などの文書画像も、カラーで入力されるのが一般的になってきている。これらの文書では、紙の両面に印刷されていることがしばしばあるので、図4に示すように、裏面の画像が透けて、表面の画像の中に混ざって入力される「裏写り」が生じる。さらに、カラー文書の場合、背景色が一樣でなかったり、絵柄、模様、写真が混在していることが多い。このため、デジタル画像処理によって、入力された画像から「裏写り」を除去する問題は、画質向上のために重要でありながら、取り扱いの難しいものとされてきた。

【0003】

(1) これまでにも、ブックスキャナや両面スキャナなどの特殊な入力機器を中心とした、裏写り除去方法が提案されている。例えば、特開平7-87295号公報、特開平8-265563号公報、特開平9-205544号公報、特開平9-233319号公報、米国特許第5973792号公報、米国特許第5932137号公報等が提案されている。

【0004】

米国特許第5932137号公報には、画面の画像をスキャンして蓄積することを基本とした裏写り効果を緩和する画像処理方法及び装置が記載されている。本公報に記載の発明は、両面印刷されて少なくとも第1面に第2面からの裏写りがあるような原稿をスキャンして第1面と第2面の画像を蓄積し、第2面画像から第1面への裏写り成分に対応する表現を生成（鏡像変換し、位置合わせする）後、第2面画像の表現の関数として裏写りを第1面の除去して修正する（裏写り係数を使う）ことを特徴としている。さらに、裏写り効果を緩和する画像処理方法として、両面印刷されて第1面に第2面からの裏写りがあるような原稿の第1面、次に第2面をスキャンして第1面と第2面の画像を蓄積し、第2面画像から第1面へ（及び第1面画像から第2面へ）の裏写り成分に対応する表現を生成し（鏡像変換し、位置合わせする）、第2面画像（第1面画像）の表現の関数として裏写りを第1面（第2面）の除去して修正する（裏写り係数を使う）ことを特徴としている。さらに、本公報には、両面印刷されて少なくとも第1面に第2面からの裏写りがあるような原稿をスキャンして第1面と第2面の画像を蓄積するスキャナと、第2面画像から第1面への裏写り成分に対応する表現を生成する画

像処理回路（鏡像変換し、位置合わせする）と、第 2 面画像の表現の関数として裏写りを第 1 面の除去し、修正する画像処理手段（裏写り係数を使う）とを具備し、裏写り効果を緩和した画像の印刷を行う裏写り効果を緩和する文書印刷システムが記載されている。

【0 0 0 5】

上述の方法では、まず、入力した紙の両面の画像を正確に位置合わせし、両面の画像を比較することによって、紙の透過係数を推定する。そして、その透過係数を利用して、裏写り成分を表の画像から差し引くことによって、裏写りを除去している。ところが、これらの方式は、両面の画像を入力・蓄積して、かつ、位置合わせが正確にできるような、特殊な入力機器・環境にしか適用できないのが問題である。

【0 0 0 6】

（2）さらに、片面の画像情報だけを用いて、画像の濃度の解析や二値化に基づく方式も提案されている。例えば、特開平 1 1 - 1 8 7 2 6 6 号公報、特開平 1 1 - 4 1 4 6 6 号公報、「J. Sauvola, T. Seppanen, S. Haapakoski, and M. Pietikainen, "Adaptive document binarization," Proc. 4th Int. Conf. Document Analysis and Recognition (Ulm, Germany), August 18-20, 1997, pp. 142 ? 146.」、米国特許第 5 6 4 6 7 4 4 号公報、米国特許第 5 8 3 2 1 3 7 号公報等が提案されている。しかしながら、複雑な画像になると、濃度や色の分布を用いて、表面の画像と裏写りを判別することは難しくなる。特に、背景とのコントラストが小さい文字、たとえば、白地上の黄色文字などを裏写りとして処理してしまう危険性が生じる。

【0 0 0 7】

【発明が解決しようとする課題】

上述のごとく、前記（1）の方式は、両面の画像を入力・蓄積して、かつ、位置合わせが正確にできるような、特殊な入力機器・環境にしか適用できないのが問題である。

【0 0 0 8】

また、前記（2）の方式は、複雑な画像になると、濃度や色の分布を用いて、

表面の画像と裏写りを判別することは難しくなり、特に、背景とのコントラストが小さい文字、たとえば、白地上の黄色文字などを裏写りとして処理してしまう危険性が生じる。

【0 0 0 9】

本発明は、上述のごとき実情に鑑みてなされたものであり、両面印刷されて第1面に第2面からの裏写りがあるようなカラー原稿をスキャンする際、特殊な入力デバイスに依存することなく、汎用性が高く、しかも紙の片面の画像情報だけを用いて、カラー画像から裏写りを除去することが可能なカラー画像処理方法、その方法を実施するためのカラー画像処理装置、及びその方法並びにその装置の機能を実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供することをその目的とする。

【0 0 1 0】

【課題を解決するための手段】

本発明は、紙の両面にカラー印刷された原稿をデジタル入力して得られるデジタルカラー画像に対して、エッジ強度検出とカラー閾値処理に基づいて、裏写り成分を除去することを特徴としたものである。

【0 0 1 1】

本発明は、紙の両面にカラー印刷された原稿をデジタル入力して得られるデジタルカラー画像に対して、エッジ強度検出とカラー閾値処理に基づいて、裏写り成分を除去し、結果として得られる裏写り除去画像と原画像のエッジ分布を比較し、裏写り除去画像において、原画像に存在しないエッジの周囲について、再度カラー閾値処理を適用し、画像を修正することを特徴としたものである。

【0 0 1 2】

さらに、本発明は、カラー閾値処理は、検出されたエッジ強度を二値化して得られるエッジ分布において、エッジが存在しない部分に、予め決められる大きさのウィンドウを設定して、局所的にウィンドウ内の画素を2つの色に分類し、輝度の大きい（明るい）色で、ウィンドウ内の画素の色を置換えることを特徴としたものである。

【0 0 1 3】

さらに、本発明は、裏面の原稿の入力を必要とせずに、表の画像のエッジ強度検出とカラー閾値処理に基づいて、裏写り成分を除去することを特色としたものである。

【 0 0 1 4 】

さらに、本発明は、裏写り除去画像において、原画像に存在しないエッジの周囲について、再度カラー閾値処理を適用し、画像を修正する際に、請求項 3 におけるウィンドウの大きさを前回の処理よりも小さく設定することを特徴としたものである。

【 0 0 1 5 】

さらに、本発明は、裏写り除去画像と原画像のエッジ分布の比較において、各画素について、裏写り除去画像で計算されたエッジ強度から原画像で計算されたエッジ強度を差し引き、その値が予め決めた閾値以上のものを、裏写り除去画像において、原画像に存在しないエッジと決めることを特徴としたものである。

【 0 0 1 6 】

本発明の各請求項の発明は、以下の技術手段により構成される。

請求項 1 の発明は、紙の両面にカラー印刷された原稿の片面をデジタル入力して得られるデジタルカラー原画像に対してエッジを検出し、該検出したエッジの強度の低い部分に対する前記紙の背景色又は前記片面側の背景色画像を推定し、前記原画像において、裏写り成分である前記エッジ強度の低い部分を前記推定した背景色又は背景色画像に置き換えるカラー閾値処理を行うことにより、前記裏写り成分を除去した裏写り除去画像を生成することを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

請求項 2 の発明は、請求項 1 の発明において、前記エッジの検出は、エッジを検出する画像の各成分からエッジ強度を計算し、該各成分のエッジ強度の間の相関関係を考慮して行うことを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

請求項 3 の発明は、請求項 1 又は 2 の発明において、前記カラー閾値処理は、前記エッジ強度を二値化処理し、該エッジ強度が閾値以上の画素を on 画素、前記エッジ強度が閾値より小さい画素を off 画素として得られるエッジ分布にお

いて、前記 o f f 画素の領域に対して、予め決めた大きさのウィンドウを設定して、各ウィンドウ内の画素を 2 つの色に分類し、該 2 つの色のうち輝度の大きい方の色を背景色と推定し、該推定した背景色で前記各ウィンドウ内の画素の色を置き換えることにより、前記原画像を前記背景色画像に置き換えることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

請求項 4 の発明は、請求項 3 の発明において、前記 o f f 画素の領域に対して、横（又は縦）方向の各ラインにランを構成し、該横（又は縦）方向のランを用いて前記背景色又は背景色画像を推定し、さらに、該推定した横（又は縦）方向の背景色又は背景色画像に対して、縦（又は横）方向の各ラインにランを構成し、該縦（又は横）方向のランを用いて背景色又は背景色画像を推定し、前記 o f f 画素に対応する前記原画像の画素を該推定した縦（又は横）方向の背景色又は背景色画像の画素で置き換えることにより、前記原画像を前記背景色又は背景色画像に置き換えることを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

請求項 5 の発明は、請求項 3 又は 4 の発明において、前記エッジ強度の二値化処理における閾値は、前記エッジ強度の分布を統計的に解析して自動的に設定することを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

請求項 6 の発明は、請求項 3 乃至 5 のいずれか 1 の発明において、前記エッジ強度の二値化処理における閾値は、ユーザが裏写りの程度や紙質に応じて設定可能であることを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

請求項 7 の発明は、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 の発明において、前記裏写り除去画像のエッジを検出し、該検出した裏写り除去画像のエッジと前記原画像のエッジの分布を比較し、前記裏写り除去画像において、前記原画像に存在しないエッジの周囲について、再度、前記カラー閾値処理を適用し、修正した裏写り除去画像を生成することを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

請求項 8 の発明は、請求項 7 の発明において、前記裏写り除去画像のエッジと前記原画像のエッジの分布の比較において、各画素について、前記裏写り除去画像で計算されたエッジ強度から前記原画像で計算されたエッジ強度を差し引き、その値が予め決めた閾値以上のものを、前記裏写り除去画像において、前記原画像に存在しないエッジと決めることを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

請求項 9 の発明は、請求項 7 又は 8 の発明において、前記修正した裏写り除去画像を生成する際に、前記ウィンドウの大きさを前回の処理よりも小さく設定することを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

請求項 1 0 の発明は、請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 の発明において、前記原画像から低解像度の縮小原画像を生成し、該縮小原画像に対して前記裏写り除去画像を生成し、該裏写り除去画像と前記縮小原画像の差分を計算して裏写り領域を推定し、該推定した裏写り領域に対応する前記裏写り除去画像の画素を元の解像度の前記原画像上に割り当てることを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

請求項 1 1 の発明は、請求項 1 乃至 1 0 のいずれか 1 の発明において、前記原画像又は縮小原画像のカラー座標系を成分間の独立性が高い、Y C b C r 座標系、疑似 K L カラー座標系等の別のカラー座標系に変換して、前記エッジの検出を行い、前記裏写り除去画像又は前記修正した裏写り除去画像に対して前記変換の逆変換を行うことを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

請求項 1 2 の発明は、紙の両面にカラー印刷された原稿の片面をデジタル入力して得られるデジタルカラー原画像に対して、エッジを検出するエッジ検出手段と、該検出したエッジの強度の低い部分に対する前記紙の背景色又は前記片面側の背景色画像を推定する背景色推定手段と、前記原画像において、裏写り成分である前記エッジ強度の低い部分を前記推定した背景色又は背景色画像に置き換える画像置き換え手段とを有し、該画像置き換え手段により前記裏写り成分を除去して前記裏写り除去画像を生成することを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

請求項 1 3 の発明は、請求項 1 2 の発明において、前記エッジ検出手段は、エッジを検出する画像の各成分からエッジ強度を計算し、該各成分のエッジ強度の間の相関関係を考慮してエッジを検出することを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

請求項 1 4 の発明は、請求項 1 2 又は 1 3 の発明において、前記エッジ検出手段は、前記エッジ強度を二値化処理する二値化処理手段を有し、前記背景色推定手段は、該エッジ強度が閾値以上の画素を *o n* 画素、前記エッジ強度が閾値より小さい画素を *o f f* 画素として得られるエッジ分布において、前記 *o f f* 画素の領域に対して、予め決めた大きさのウィンドウを設定するウィンドウ設定手段と、該ウィンドウ設定手段により設定された各ウィンドウ内の画素を 2 つの色に分類するカラークラスタリング手段と、該 2 つの色のうち輝度の大きい方の色を背景色と推定する推定手段とを有し、前記画像置き換え手段は、該推定した背景色で前記各ウィンドウ内の画素の色を置き換える画素置き換え手段を有することを特徴とする。

【 0 0 3 0 】

請求項 1 5 の発明は、請求項 1 4 の発明において、前記 *o f f* 画素の領域に対して、横方向の各ラインにランを構成する横ラン構成手段と、縦方向の各ラインにランを構成する縦ラン構成手段とを有し、前記背景色推定手段は、前記横ラン構成手段（又は縦ラン構成手段）により構成された横（又は縦）方向のランを用いて前記背景色又は背景色画像を推定し、さらに、該推定した横（又は縦）方向の背景色又は背景色画像に対して、前記縦ラン構成手段（又は横ラン構成手段）により構成された縦（又は横）方向のランを用いて背景色又は背景色画像を推定し、前記画像置き換え手段は、前記 *o f f* 画素に対応する前記原画像の画素を前記推定した縦（又は横）方向の背景色又は背景色画像の画素で置き換えることを特徴とする。

【 0 0 3 1 】

請求項 1 6 の発明は、請求項 1 4 又は 1 5 の発明において、前記二値化処理手段は、前記閾値を前記エッジ強度の分布を統計的に解析して自動的に設定する自

動閾値設定手段を有することを特徴とする。

【 0 0 3 2 】

請求項 1 7 の発明は、請求項 1 4 乃至 1 6 のいずれか 1 の発明において、前記二値化処理手段は、前記閾値をユーザが裏写りの程度や紙質に応じて設定する閾値設定手段を有することを特徴とする。

【 0 0 3 3 】

請求項 1 8 の発明は、請求項 1 2 乃至 1 7 のいずれか 1 の発明において、前記エッジ検出手段により前記裏写り除去画像のエッジを検出し、該検出した裏写り除去画像のエッジと前記原画像のエッジの分布を比較し、前記原画像に存在しないエッジを決定するエッジ決定手段と、前記裏写り除去画像において、前記原画像に存在しないエッジの周囲について、再度、裏写り除去画像を生成する反復手段とを有することを特徴とする。

【 0 0 3 4 】

請求項 1 9 の発明は、請求項 1 8 の発明において、前記エッジ決定手段は、各画素について、前記裏写り除去画像で計算されたエッジ強度から前記原画像で計算されたエッジ強度を差し引き、その値が予め決めた閾値以上のものを、前記裏写り除去画像において、前記原画像に存在しないエッジと決定することを特徴とする。

【 0 0 3 5 】

請求項 2 0 の発明は、請求項 1 8 又は 1 9 の発明において、前記反復手段は、再度、裏写り除去画像を生成する際に、前記ウィンドウの大きさを前回の処理よりも小さく設定することを特徴とする。

【 0 0 3 6 】

請求項 2 1 の発明は、請求項 1 2 乃至 2 0 のいずれか 1 の発明において、前記原画像から低解像度の縮小原画像を生成する画像縮小手段と、該縮小原画像に対して生成した裏写り除去画像と前記縮小原画像の差分を計算して裏写り領域を推定する裏写り領域推定手段と、該推定した裏写り領域に対応する前記裏写り除去画像の画素を元の解像度の前記原画像上に割り当てる画素割り当て手段とを有することを特徴とする。

【 0 0 3 7 】

請求項 2 2 の発明は、請求項 1 2 乃至 2 1 のいずれか 1 の発明において、前記原画像又は縮小原画像のカラー座標系を成分間の独立性が高い、Y C b C r 座標系、疑似 K L カラー座標系等の別のカラー座標系に変換する座標系変換手段と、該座標系変換手段により変換した画像に対する裏写り除去画像に対して前記変換の逆変換を行う座標系逆変換手段とを有することを特徴とする。

【 0 0 3 8 】

請求項 2 3 の発明は、請求項 1 乃至 1 1 のいずれか 1 に記載のカラー画像処理方法を実行させるための、又は、請求項 1 2 乃至 2 2 のいずれか 1 に記載のカラー画像処理装置の機能を実行させるための、プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体とすることを特徴とする。

【 0 0 3 9 】

【発明の実施の形態】

実際に裏写り処理が利用される場面としては、デジタルカラーコピーへの組み込み、スキャナ、デジタルカメラのアプリケーション・ソフトウェア、カラー文書画像解析・認識システムにおける前処理のような状況・環境が想定される。このように多様な状況・環境を考慮して、本発明では、次のようなアプローチでカラー画像の裏写り対応の問題を検討した。

【 0 0 4 0 】

(1) 裏面の画像情報を使わずに、表の画像だけを用いる方法：

両面の画像を入力し、表の画像から裏面の画像を差し引く方法は、高精度の位置合わせ技術を必要とする。一般に、光学的・機械的要因によって、入力画像には非線形の幾何学的変換が加わっていることが多いため、両面スキャナやブックスキャナ等の特殊入力機器以外では、この方法を用いることは難しい。したがって、裏面の画像情報を使わずに、表面の画像だけを用いる方法を主に探索し、その上で、片面の画像情報だけでは対処できない問題点を裏面の画像情報で補うようにした。

【 0 0 4 1 】

(2) 局所的オペレーションによる方法：

実装方法としては、P CやW S上のソフトウェアと、デジタルカラーコピーなどへの組み込みが考えられる。これらの間では、ワーキングメモリ（一時に処理できるライン数）などの制約が大きく異なる。P CやW S上のソフトウェアでは、画像全体の情報をランダムにアクセスできる反面、組み込み装置では、局所的な情報アクセスしか許されないことが通常である。そこで、画像の局所的オペレーションによる方法を主に探索した。

【 0 0 4 2 】

（３）大局的オペレーションによるの処理パラメータの最適設定：

画像処理アルゴリズム／システムには必然的に演算効果を規定するパラメータの設定が付きものである。そのようなパラメータの中には、画像ごとに異なる設定を必要とするものがある。画像全体の情報の利用が可能な場合には、大局的な画像オペレーションによってパラメータを最適設定する方法を取り入れることができる。

【 0 0 4 3 】

上述のごときアプローチによって、特殊な入力デバイスに依存することなく、汎用性が高く、しかも、紙の片面の画像情報だけを用いて、カラー画像から裏写りを除去することが可能になる。

【 0 0 4 4 】

図 1 は、本発明の一実施形態によるカラー画像処理装置を説明するためのモジュール構成図である。本実施形態において、スキャナ、デジタルカメラ等の画像入力機器 1 から入力されたカラー画像は、R A M 6 に蓄積される。また、後述する一連の処理は、R O M 7 に蓄積されたプログラムをC P U 5 が読み出すことによって実行される。また、処理の途中経過や途中結果は、C R T 等の表示装置 2 を通してユーザに提示され、必要な場合には、キーボード 3 からユーザが処理に必要なパラメータを入力指定する。後述する処理の実行中に作られる中間データ（縮小カラー画像、カラー変換画像、エッジ強度画像、二値エッジ画像、背景色画像、二値エッジ差分画像、裏写り除去画像）はR A M 6 に蓄積され、必要に応じて、C P U 5 によって読み出し、修正・書き込みが行われる。一連の処理の結果として生成された裏写り除去画像は、R A M 6 から読み出されて、画像印刷機

器（プリンタ）４に出力される。

【 0 0 4 5 】

図２は、本発明の一実施形態におけるカラー画像処理方法を説明するためのフロー図である。本発明は、主にカラーデジタルカラー複写機の中の画像処理部に相当する。本発明の処理の前には、通常通り、Ａ／Ｄ変換、濃度補正などの前処理が、後には中間調処理などが行われる。

【 0 0 4 6 】

スキャナ１によってカラー画像が入力されると（ステップＳ１）、まず、その画像を縮小する（ステップＳ２）。原画像を縮小して作られる画像を処理することにより、処理を高速化、ワーキングメモリの量を節約、実装を簡素化する。次に、カラー座標系を変換する（ステップＳ３）。ＲＧＢ空間は成分間の独立性が低いため、エッジ検出の精度やノイズへの頑健性を上がらないことがあるので、座標系を適当なものに変換して、エッジ検出の精度とノイズへの頑健性を向上させる。

【 0 0 4 7 】

続いて、エッジ強度計算を行う（ステップＳ４）。エッジ強度検出を用いることにより、結果的にテキストや線画などのカラー文書の前景部分や、裏写り部分よりも輝度が高い（色が薄い）背景部分を保持することができる。次に、二値化処理を行ってエッジを検出し（ステップＳ５）、エッジ以外の領域に対して、カラー閾値処理を実行する（ステップＳ６）。裏面の画像入力・蓄積をすることをせずに、裏写り部分を修正することができる。カラー閾値処理により、表面と裏写り部分を分別できるとともに、色を具体的に推定できる。除去する裏写り部分の大きさを、設定するウィンドウのサイズにより、明示的に指定することができる。処理が局所的演算によるために、ワーキングメモリの量の節約や実装の簡素化につながる。次に、カラー閾値処理により推定した背景色画像をもとに、裏写り除去画像を合成する（ステップＳ７）。

【 0 0 4 8 】

続いて、裏写り除去画像のエッジ強度を計算し（ステップＳ８）、原画像と裏写り除去画像についてエッジ差分画像を生成する（ステップＳ９）。処理結果と

して作られる画像と原画像を比較して、不適切な処理により画像が劣化している個所を簡単な操作により検出できる。その個所の周囲で処理を再度実行することにより、画像の劣化を防ぎ、処理結果を向上させることができる。次に、エッジ強度差分を二値化処理し（ステップ S 1 0）、処理スケール（ウィンドウサイズ）を縮小して、ステップ S 6 と同様にカラー閾値処理して背景色画像を推定し（ステップ S 1 1）、裏写り除去画像を合成する（ステップ S 1 2）。小さいウィンドウサイズを用いた修正カラー閾値処理に関し、除去すべき裏写り部分の大きさは、表面の画像の局所的性質（複雑さなど）に依存するが、複雑な部分ではウィンドウのサイズによって決まる、除去する裏写り部分の大きさを小さくすることにより、表面の画像の劣化を防止することが可能である。

【 0 0 4 9 】

続いて、裏写り除去画像と縮小原画像の差分計算により裏写り部分を推定（判定）する（ステップ S 1 3）。最後に、元の解像度の原画像での裏写り部分を除去し（ステップ S 1 4）、プリンタに画像を出力する（ステップ S 1 5）。

【 0 0 5 0 】

次に、本発明によるカラー画像処理方法の特徴を説明する。

（ 1 ） カラーエッジ強度の利用：

裏写り部分は、紙を透過してから入力されるため、ローパス・フィルタが作用していることになる。このフィルタの特性は、紙の物理的性質に依存するために、定量的に特定するのは難しいが、表の画像に比べて、裏写り部分のエッジ強度が弱いことを仮定することは自然である。また、高精度のエッジ強度計算のためには、単純に RGB の各成分で計算されたエッジ強度を足しあわせるのではなく、適切なカラー座標系変換とともに、3 成分を組み合わせるベクトル法によるエッジ検出「A. Cumani, "Edge detection in multispectral images," Graphical Models and Image Processing, vol. 53, no. 1, pp. 40 - 51, 1991.」、 「H.-C. Lee and D.R. Cok, "Detecting boundaries in a vector field," IE EE Trans. Signal Processing, vol. 39, no. 5, pp. 1181 - 1194, 1991.」を活用するのが望ましい。さらに、エッジ強度に適切な閾値処理をすることで、裏写り部分のエッジを除去することが可能である。閾値の選択に当たっては、エッ

ジ強度の分布を統計的に解析して自動的に設定するか、或いは、予め閾値を幾通りか用意しておいて、裏写りの程度や紙質に応じてユーザが設定する。

【0051】

(2) 領域選択的な局所的カラー閾値処理による背景色推定：

裏写り部分の中でも、特に、文字や線などの高周波成分を取り除くことを考える。今、画像内にその中にエッジが存在しないようなウィンドウを設定したとする。このウィンドウの中は、(a) 裏写りが有るか、無いか、(b) 表面画像が単一色から成る領域か、(c) 表面画像の色がなだらかに変化している領域か、(d) 表面画像の重要なエッジを閾値処理により除去してしまったために複数の異なる色から構成される領域か、という観点により分類できる。

【0052】

局所的に見ると、裏写り部分は、表の画像よりも輝度が低くなるのが通常である。そこで、ウィンドウの内部を2色に分類し、輝度が高い（明るい）方の色で、そのウィンドウ内部を置換えることにする。さらに、カラークラスタリングは、通常、反復計算を必要とするが、ここでは、画像の四元数表現とモーメント保持原理に基づく、高速カラー閾値化アルゴリズム「S.C. Pei and C.M. Cheng, "Color image processing by using binary quaternion-moment-preserving thresholding technique," IEEE Trans. Image Processing, vol. 8, no. 5, pp. 614 - 628, 1999.」を用いることにより、計算の効率化をはかる。また、処理の「スケール」を決めるために、ウィンドウの最大サイズSを指定する。この操作によって、ウィンドウ内の領域が上記(b)の性質をもつ場合には、裏写りが除去されることになる。しかし、上記(c)や(d)の性質をもつ領域にこの操作を行った場合、Sが大きすぎるときには画像の劣化・歪みが生じる。これへの対処は下記(4)で考慮する。

【0053】

(3) 画像の合成：

エッジ周辺については原画像を、それ以外の部分については上記(2)で推定した背景色を用いることによって、裏写り除去画像を合成する。

【0054】

(4) 多重スケールのエッジ差分解析による裏写り除去画像の修正:

上記(1)のオペレーションから明らかなように、裏写り除去画像に含まれるエッジは、原画像のエッジの部分集合になるはずである。画素ごとにみると、裏写り除去画像でのエッジ強度が、原画像でのそれよりも強いことはありえない。もし、原画像にないエッジが裏写り除去画像にあったとすると、それは、上記(2)の操作において、処理スケール(ウィンドウの最大サイズ S)が大きすぎたことから生じる副作用である。これを修正するために、偽のエッジの周囲で、より小さいスケールで背景色推定をやり直すことにより、裏写り除去画像を修正する。画像ごとに適切な処理スケールを適応的に決めることが望ましいが、これは実際には難しい。したがって、*c o a r s e - t o - f i n e*のストラテジーで、エッジ情報をもとにして、処理結果を原画像と比較しながら、適応的にスケールを決めて行く。

【0055】

本発明の特徴は、サイズ S のウィンドウを用いた局所的カラー閾値処理にある(詳しいフロー図にて後述する)。このパラメータ S は、除去したい裏写り部分の最大サイズを意味し、大よそ $S \times S$ の矩形内のサイズの裏写り部分を検出する。また、 S の値は、画像が複雑な部分と滑らかな部分では異なり、適応的に調整することが必要となる。そこで、本発明では、原画像でのエッジ強度と裏写り除去画像でのエッジ強度を比較することによって、 S の値を調整して、局所的カラー閾値を行う処理を取り入れている。

【0056】

さらに、もう一つの特徴は、縮小した画像(例えば、 4×4 画素ごとの色の平均値を1画素の色にすることによって、400dpiを100dpiに縮小)を用いることによって、処理を高速化することである。例えば、2mm程度の大きさの裏写りを除去したい場合には、100dpiへの縮小画像では、 S は8画素になる。

【0057】

図3は、本発明の一実施形態におけるカラー画像処理方法を詳細に説明するためのフロー図で、図3に沿ってアルゴリズムの各部分について詳細に説明する。

まず、ステップS31において、スキャナ等で読み取ったカラー画像の解像度

を縮小して、カラー画像 I (RGB) を出力する。

【0058】

(カラー座標変換)

次に、カラー画像 I を別のカラー座標系に座標変換し、変換カラー画像 I_0 とする (ステップ S 3 2)。RGB 空間は成分間の独立性が低いため、エッジ検出の精度を上がらないことがあるので、カラー座標を、例えば、式 (1) の YCbCr、或いは、式 (2) の疑似KLカラー座標系に変換する。

【0059】

【数 1】

$$\begin{pmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.1687 & -0.3313 & 0.5 \\ 0.5 & -0.4187 & -0.0813 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \quad (式 1)$$

$$\begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1/3 & 1/3 & 1/3 \\ 1/2 & 0 & -1/2 \\ -1/4 & 1/2 & -1/4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \quad (式 2)$$

【0060】

(エッジ検出)

続いて、変換カラー画像 I_0 に対してエッジ検出を行い、エッジ強度画像 E_0 を生成する (ステップ S 3 3)。カラー画像からのエッジ検出としては、各成分について Sobel オペレータなどによって計算されたエッジ強度の二乗和の平方根をとるのがもっとも単純な方法である。他に、前述の文献「Edge detection in multispectral images (A. Cumani)」、「Detecting boundaries in a vector field (H.-C. Lee and D.R. Cok)」に挙げられているようなベクトル法によるエッジ検出方法があり、単純な方法よりもノイズに対する頑健性が優れていることが知られている。ベクトル法によるエッジ検出方法では、各成分について計算されたエッジ強度の組み合わせにおいて、単純に二乗和の平方根をとるのではなく、成分間の相関関係も考慮するのが特徴である。具体的には、 $u(x, y$

), $v(x, y)$, $w(x, y)$ を色の 3 成分として、 p (式 (3)), t (式 (4)), q (式 (5)) で定義すると、画素 (x, y) でのエッジ強度は、式 (6) で与えられる。

【0 0 6 1】

【数 2】

$$p = \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 \quad (\text{式 3})$$

$$t = \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right) \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right) + \left(\frac{\partial v}{\partial x} \right) \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right) + \left(\frac{\partial w}{\partial x} \right) \left(\frac{\partial w}{\partial y} \right) \quad (\text{式 4})$$

$$q = \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial y} \right)^2 \quad (\text{式 5})$$

$$\frac{1}{2} \left(p + q + \sqrt{(p + q)^2 - 4(pq - t^2)} \right) \quad (\text{式 6})$$

【0 0 6 2】

図 4 は裏写りのあるカラー画像の例を示す図で、図 5 は図 4 の画像に対するベクトル Sobel オペレータによって生成されたエッジ強度画像 E_0 を示す図である。図 5 においては、強度が大きい画素を黒で表示している。

【0 0 6 3】

(エッジ強度の閾値処理及び膨張処理)

続いて、エッジ強度画像 E_0 に対して、エッジ強度の閾値処理及び膨張処理を施し、二値エッジ画像 F_0 を生成する (ステップ S 3 4)。エッジ強度の閾値処理における閾値は、強度分布を統計的に解析して自動的に設定するか、或いは、予め閾値を幾通りか用意しておいて、裏写りの程度や紙質に応じてユーザが設定する。

【0 0 6 4】

図 6 は、図 5 においてカラーエッジ強度の二値化処理を施した結果を示す図である。二値エッジ画像 F_0 では、エッジ強度が閾値以上の画素が on 、それ以外が off になる。また、二値エッジ画像 F_0 において、 on の画素に対して、適宜、膨張処理を施す。

【 0 0 6 5 】

(局所的カラー閾値処理による背景色推定)

続いて、二値エッジ画像 F_0 が $o f f$ の領域に対する変換カラー画像 I_0 の局所的カラー閾値処理を行い、背景色画像 B_0 を生成する (ステップ S 3 5)。すなわち、二値エッジ画像 F_0 上の $o f f$ の画素領域について、局所的に背景色を推定する。さらに、原画像において、二値エッジ画像 F_0 が $o f f$ の画素を B_0 に置換することによって、裏写り除去画像 J_0 を生成する (ステップ S 3 6)。この局所的カラー閾値による背景色推定の処理をさらに詳細に説明する。

【 0 0 6 6 】

図 7 及び図 8 は、サイズ S のウィンドウを用いた局所的カラー閾値処理を詳細に説明するためのフロー図で、図 7 及び図 8 に沿って背景色推定処理を説明する。

この局所的カラー閾値処理は、パラメータをウィンドウサイズ s 、画像の幅 w 、画像の高さ h として、カラー原画像 I 及び二値エッジ画像 F を入力し、最終的な出力として背景色画像 J を生成する処理である。

【 0 0 6 7 】

まず、上述のパラメータ及び画像 I 、 F を入力する (ステップ S 5 1)。次に画像の高さのカウント値 h_0 を 0 に設定する (ステップ S 5 2)。ステップ S 5 3 において、 h_0 が $h_0 < h$ を満たしているかを判定し (ステップ S 5 3)、高さ h_0 が h 以上であれば、後述するステップ S 7 2 に進む。 h より小さければステップ S 5 4 において画像の幅のカウント値 w_0 を 0 に設定する。ステップ S 5 5 において、画像の幅 w と w_0 を比較して、幅 w_0 が w 以上であれば h_0 を 1 だけインクリメントし (ステップ S 6 3)、ステップ S 5 3 へと戻る。 w_0 が w より小さければ次のステップ S 5 6 に進み、高さ h_0 、幅 w_0 の二値エッジ画像 $F[h_0][w_0]$ が 1、すなわちエッジをもつかを検出する。エッジが存在すれば、カラー原画像 $I[h_0][w_0]$ を背景色画像 $J[h_0][w_0]$ とし (ステップ S 5 7)、 w_0 を 1 だけインクリメントして (ステップ S 5 8)、ステップ S 5 5 に戻る。ステップ S 5 6 においてエッジが存在しなければ、カラー原画像 I から (h_0 , w_0) を開始点として長さ $t = s$ の横方向のラン R を抽出する (ステップ S

59)。ただし、 $F[h_0][j] = 1$ ($w_0 < j < w_0 + s$) となる画素がある場合、 j_0 をそのような画素で j が最小のものとして、長さ $t = j_0 - w_0$ のラン R を抽出する。

【0068】

次に、ラン R を二色に分類して輝度の高い方の色を b と定義し（ステップ S 60）、 $j = w_0, w_0 + 1, \dots, w_0 + t - 1$ に対して $J[h_0][j]$ を b とする（ステップ S 61）。続いて、 w_0 を t だけインクリメントし（ステップ S 62）、ステップ S 55 に戻る。最終的に、 $w_0 < w$ かつ $h_0 < h$ を満たす間、この動作が繰り返され、以降、ステップ S 72 に続く。

【0069】

次に、上述の横方向のランを抽出する方法と同様に、縦方向のラン R を抽出する。実際、ステップ S 52 ~ S 56 において縦方向と横方向の操作を入れ替えたステップ S 72 ~ S 76 を実行する。ステップ S 76 においてエッジが存在しなければ、背景色画像 J から (h_0, w_0) を開始点として長さ $t = s$ の縦方向のラン R を抽出する（ステップ S 79）。ただし、 $F[i][w_0] = 1$ ($h_0 < i < h_0 + s$) となる画素がある場合、 i_0 をそのような画素で i が最小のものとして、長さ $t = i_0 - h_0$ のラン R を抽出する。

【0070】

次に、ラン R を二色に分類して輝度の高い方の色を b と定義し（ステップ S 80）、 $i = h_0, h_0 + 1, \dots, h_0 + t - 1$ に対して $J[i][w_0]$ を b とする（ステップ S 81）。続いて、 h_0 を t だけインクリメントし（ステップ S 82）、ステップ S 75 に戻る。最終的に、 $h_0 < h$ かつ $w_0 < w$ を満たす間、この動作が繰り返され、その後、処理を終了する。以下に、上述のランの構成例を示す。

【0071】

図 9 は、背景色を推定するためのランの構成例を示す図で、図 9 (A) は横方向のランを、図 9 (B) は縦方向のランをそれぞれ示す図である。まず、図 9 (A) に示すように、横方向の各ラインに対して、長さが最大 S で、その中に二値エッジ画像の o_n 画素を含まないようなランを逐次構成する。各ランについて、

ランを構成する画素を2つの代表色に分類する。このような「カラークラスタリング」は、通常、反復計算を必要とするが、ここでは、画像の四元数表現とモーメント保持原理に基づく、前述の高速カラー閾値化アルゴリズム (S.C. Pei and C.M. Cheng) を用いる。このアルゴリズムでは、2つの代表色と分類境界が、反復計算をせずに、closed-formの解として得られることが特長である。このようにして計算された2つの代表色のうち、明るい方（輝度が高い）の色を、そのランを構成する各画素の色に設定する。このように横方向のランを用いた背景色推定処理をした画像B'が選ばれる。

【0072】

なお、一般的に裏写り部分（裏写り領域）のエッジは表の画像のエッジよりも弱いので、エッジを閾値処理した結果、裏写り部分は「エッジがない領域」に含まれる。裏写り部分は表の背景色より濃度が低い（暗い色）にあるので、 $S \times S$ の領域に対して、「二色化処理（領域内の2つの代表色を計算）」を行い、明るい方の色で、その領域を置換える処理を行う。これにより、大きさが $S \times S$ 程度以下の裏写り部分が除去される。

【0073】

ここで、エッジがあるために、 $S \times S$ の矩形をその中にエッジが入らない様に配置することは難しい。そこで、上述のごとく、まず、背景色を推定するための横方向のランを構成する（図9（A））。ランの最大の長さは S で、ランの中に二値エッジ画像の0画素が入らないように、ランを構成する。各ランにおいて、「二色化処理（領域内の2つの代表色を計算）」に行い、明るい方の色で、その領域を置換える処理を行う。その結果生成された画像に対して、今度は、同様に縦方向のランを構成し、横方向の場合と同様の処理を行う（図9（B））。

【0074】

図10は、局所的カラー閾値処理による背景色推定処理の結果の画像を示す図で、図10（A）は図4の画像について S を2mmにとり、横ランを用いた背景色推定処理をした結果の画像を示す図、図10（B）は図10（A）の背景色画像に対して、さらに縦ランを用いた背景色推定処理をした結果の画像を示す図である。

【 0 0 7 5 】

さらに、図 9 (B) に示すように、縦方向のランを構成し、生成された画像 B' に対して、上記のような背景色推定処理を施す。この結果生成される背景色画像 B (図 7 及び図 8 におけるフロー図においては、J として説明してある) の各画素の輝度は、B' よりも高く (明るく) なる。

【 0 0 7 6 】

このようにして、横方向と縦方向のランに背景色推定処理を施すことにより、背景色画像 B_0 が生成される (図 3 のステップ S 3 5) 。さらに、原画像において、二値エッジ画像 F_0 が o f f の画素を B_0 に置換することによって、裏写り除去画像 J_0 が得られる (ステップ S 3 6) 。

図 1 1 は、サイズ S を 2 mm にとったときの図 4 の画像に対する裏写り除去画像 J_0 を示す図である。

【 0 0 7 7 】

(多重スケールのエッジ差分解析による裏写り除去画像の修正)

図 3 のフローを参照して、引き続き、多重スケールのエッジ差分解析による裏写り除去画像の修正を説明する。ウィンドウサイズ S を縮小 (本実施形態では $S/2$) し (ステップ S 3 7) 、 $S \geq 1$ 画素かどうかを判定し (ステップ S 3 8) 、S が 1 画素よりも小さければ、ステップ S 4 3 以降の処理に進む。 $S \geq 1$ であった場合、ここで説明する多重スケールのエッジ差分解析による裏写り除去画像の修正を行う。

【 0 0 7 8 】

各画素に対して、裏写り除去画像 J_0 に対するエッジを検出して (ステップ S 3 9) 、そのエッジ強度 E_1 から原画像のエッジ強度 E_0 を引くことにより、エッジ差分画像を生成する (ステップ S 4 0) 。大半の画素では、差分 (残差) が 0 以下の値になる。エッジ差分画像を二値化処理し、二値エッジ差分画像 D を生成する。差分が閾値以上の画素が o n、それ以外が o f f になる。

図 1 2 は、サイズ S を 2 mm にとったときの図 1 1 の画像に対する二値エッジ差分画像 D を示す図である。図 1 2 において、図 1 1 における下側の円弧の部分に代表されるように、図 1 1 の裏写り除去画像 J_0 に対するエッジ強度 E_1 と図 5

のエッジ強度画像 E_0 の差分を二値化してエッジでないとみなされた所は、エッジとして残っていない。その逆に、エッジとして残っている部分は on 画素として以下の背景色推定処理へ進む。

【0079】

ステップ S37 において半分にした新しい S の値を用いて、二値エッジ差分画像 D で on の画素の周囲に対して、背景色推定処理を実行し、背景色画像 B_1 を生成する（ステップ S41）。次に、裏写り除去画像 J_0 において、 D が on の画素の近傍の $(2S+1) \times (2S+1)$ 個の画素の色を、新しい背景色画像 B_1 での色に置換える（ステップ S42）。

図 13 は、図 12 の黒画素の周囲に対してこの処理を適用した結果を示す図である。上述の修正処理は、 S が 1 画素未満になるまで、或いはエッジ差分画像の閾値処理の後、画素が残らなくなるまで、再帰的に繰り返す。

【0080】

最終的に裏写り除去画像 J_0 が生成されると、このカラー座標系を逆変換して RGB に戻し（ステップ S43）、裏写り部分の同定を行う（ステップ S44）。裏写り部分同定は、裏写り除去画像 J_0 と縮小原画像の差分計算によって行う。実際、画素毎に、色の 3 成分での差分を計算し、差分を輝度に変換、または、ユークリッド距離、Lab 色空間などの距離を計算する。その距離を閾値処理することにより、裏写り部分を検出する。

【0081】

最後に、元の解像度の原画像で、裏写り部分と判定された画素を、裏写り除去画像での色に置き換える処理を行う（ステップ S45）。この置き換え処理では、縮小画像から得られた裏写り除去画像上での画素の色を、元の解像度の原画像上の対応する領域に割り当てる。例えば、100dpi の縮小画像の 1 画素は原画像の 4×4 画素に対応する。

【0082】

図 14 は、図 4 の画像に対する処理結果を示す図で、図 15 は、除去された成分を示すために、図 4 と図 14 の画像の差分をとったものをグレースケールで表示した図である。

【 0 0 8 3 】

以上、本発明のカラー画像処理方法及び装置を説明してきたが、本発明の実施形態としては、これらのカラー画像処理方法を実行させるための、或いはカラー画像処理装置として本処理を実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体も可能である。

【 0 0 8 4 】

【発明の効果】

本発明によれば、以下の効果がある。

(1) エッジ強度検出を用いることにより、テキストや線画などのカラー文書の前景部分や、裏写り部分よりも輝度が高い（色が薄い）背景部分を保持することができる。

(2) カラー閾値処理により、裏面の画像入力・蓄積をすることをせずに、裏写り部分を修正することができる。さらに、表面と裏写り部分を分別できるとともに、色を具体的に推定できる。除去する裏写り部分の大きさを、設定するウィンドウのサイズにより、明示的に指定することができるとともに、処理が局所的演算によるために、ワーキングメモリの量の節約や実装の簡素化につながる。

【 0 0 8 5 】

(3) 原画像と裏写り除去画像についてエッジ差分画像を生成することにより、すなわち、原画像と処理結果として作られる画像を比較して不適切な処理によって画像が劣化している個所を簡単な操作により検出でき、その個所の周囲で処理を再度実行することにより、画像の劣化を防ぎ、処理結果を向上させることができる。

(4) 除去すべき裏写り部分の大きさは、表面の画像の局所的性質（複雑さなど）に依存するが、複雑な部分ではウィンドウのサイズによって決まる除去する裏写り部分の大きさを小さくすること（小さいウィンドウサイズを用いた修正カラー閾値処理）により、表面の画像の劣化を防止できる。

【 0 0 8 6 】

(5) 成分間の独立性が低く、エッジ検出の精度やノイズへの頑健性を上げないことがある RGB 空間のカラー座標系を、適当なものに変換することにより

、エッジ検出の精度及びノイズへの頑健性が向上する。

(6) 低解像度の画像を作って、それに裏写り除去処理を施し、原画像との比較によって裏写り部分を検出し、検出部分について色を置き換えることにより、すなわち、原画像を縮小して作られる画像を処理することにより、処理を高速化、ワーキングメモリの量を節約、実装を簡素化することが可能である。

(7) 特殊な入力機器を必要としないため、汎用の画像入力機器に適用できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施形態によるカラー画像処理装置を説明するためのモジュール構成図である。

【図 2】 本発明の一実施形態におけるカラー画像処理方法を説明するための図である。

【図 3】 本発明の一実施形態におけるカラー画像処理方法を詳細に説明するためのフロー図である。

【図 4】 裏写りのあるカラー画像の例を示す図である。

【図 5】 図 4 の画像に対するベクトル Sobel オペレータによって生成されたエッジ強度画像を示す図である。

【図 6】 図 5 においてカラーエッジ強度の二値化処理を施した結果を示す図である。

【図 7】 サイズ S のウィンドウを用いた局所的カラー閾値処理を詳細に説明するためのフロー図である。

【図 8】 サイズ S のウィンドウを用いた局所的カラー閾値処理を詳細に説明するためのフロー図である。

【図 9】 背景色を推定するためのランの構成例を示す図である。

【図 10】 局所的カラー閾値処理による背景色推定処理の結果の画像を示す図である。

【図 11】 サイズ S を 2 mm にとったときの図 4 の画像に対する裏写り除去画像を示す図である。

【図 12】 サイズ S を 2 mm にとったときの図 11 の画像に対する二値エ

ッジ差分画像を示す図である。

【図 1 3】 図 1 2 の黒画素の周囲に対してこの処理を適用した結果を示す図である。

【図 1 4】 図 4 の画像に対する処理結果を示す図である。

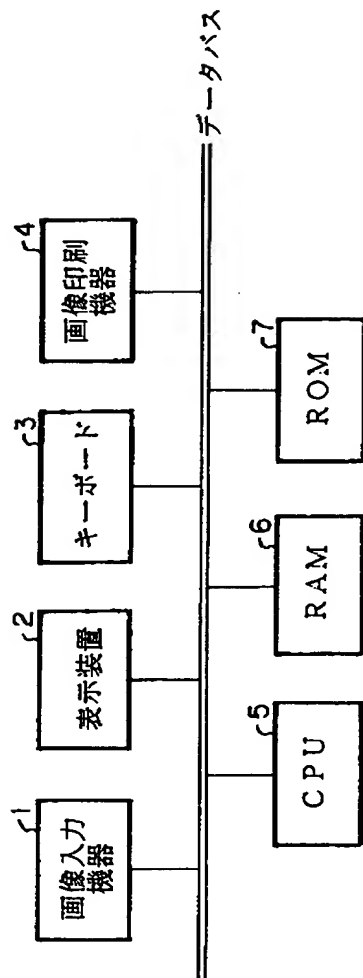
【図 1 5】 除去された成分を示すために、図 4 と図 1 4 の画像の差分を取り、鏡像変換したものをグレースケールで表示した図である。

【符号の説明】

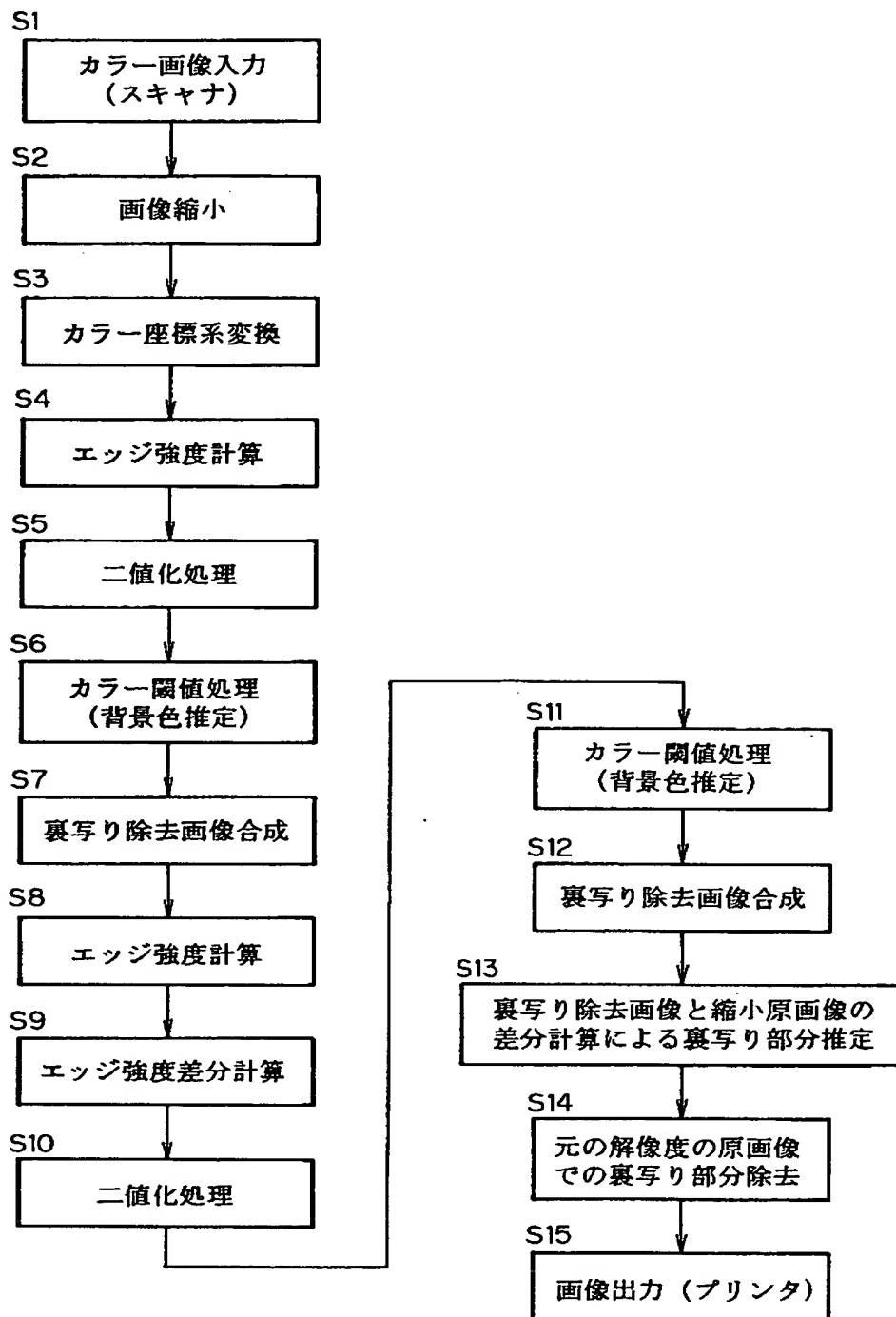
1…画像入力機器（スキャナ）、2…表示装置（C R T）、3…キーボード、4…画像印刷機器（プリンタ）、5…C P U、6…R A M、7…R O M。

【書類名】 図面

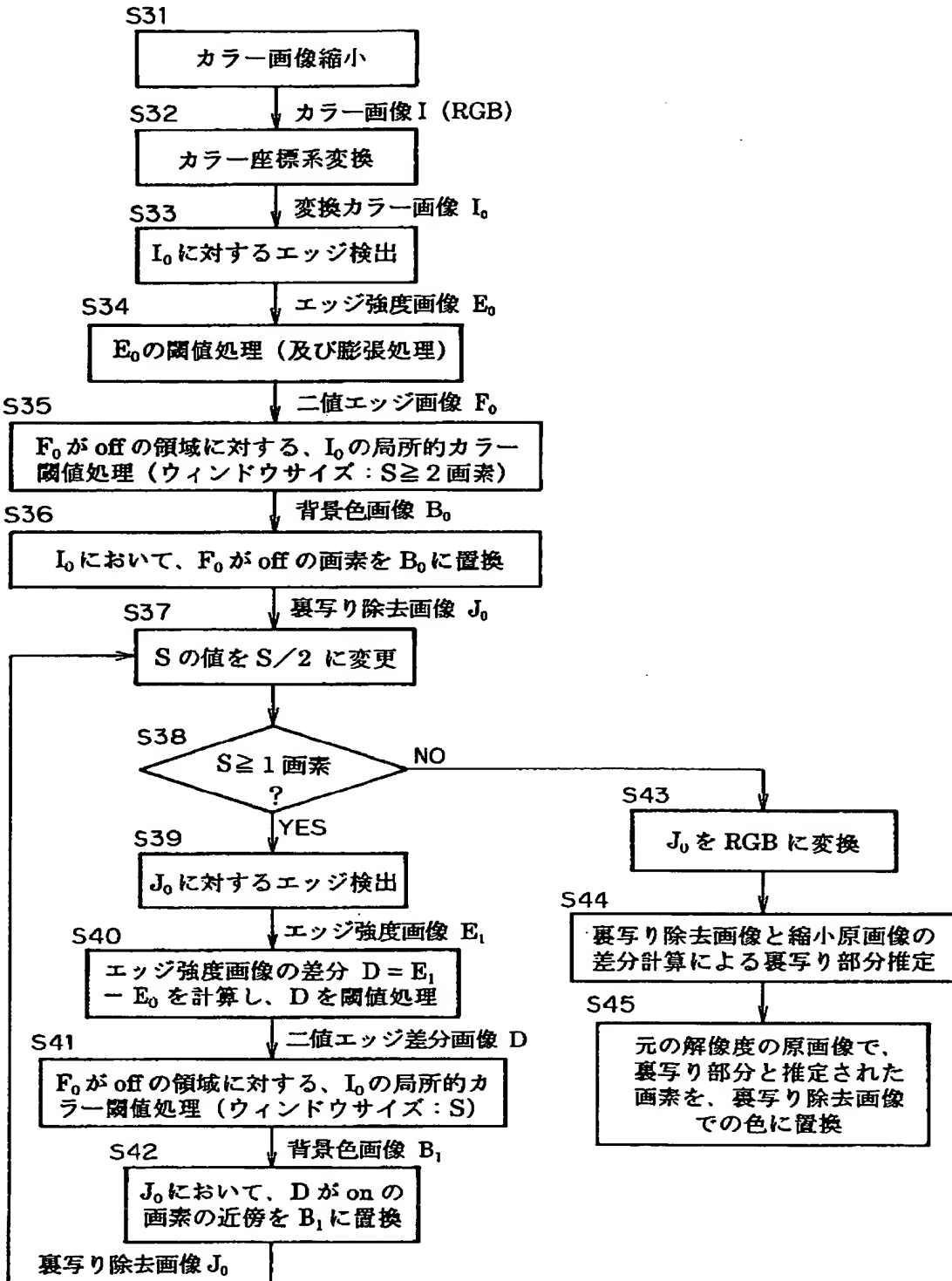
【図 1】



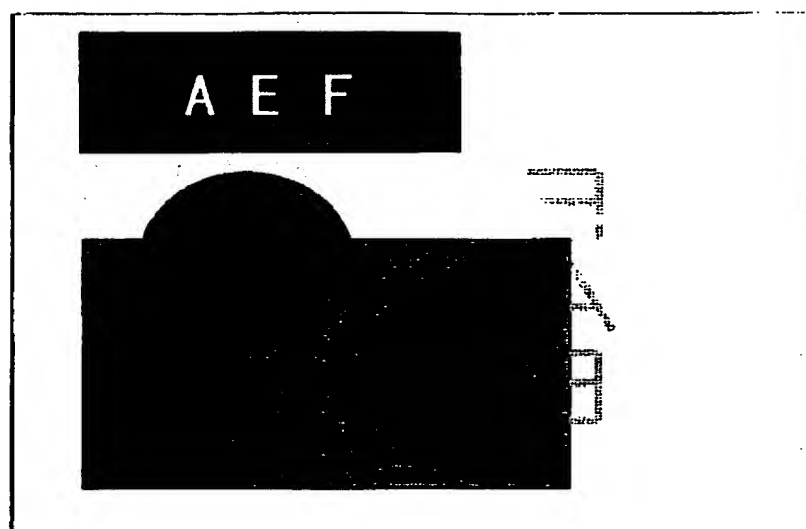
【図 2】



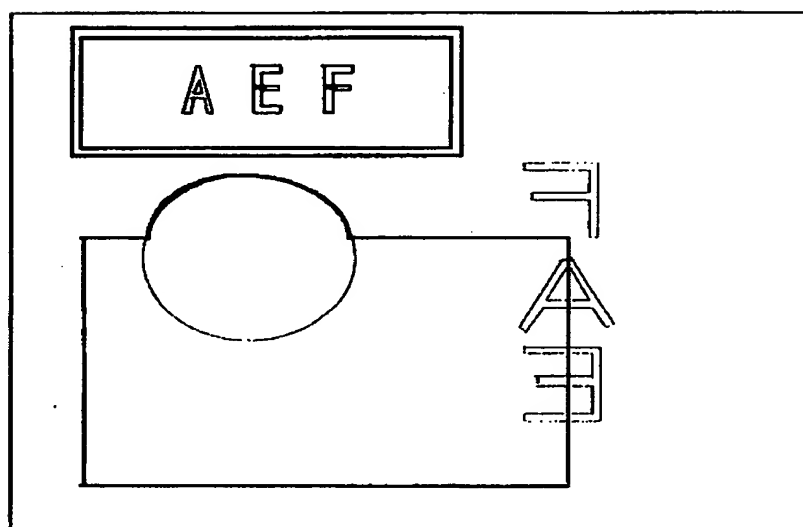
【図 3】



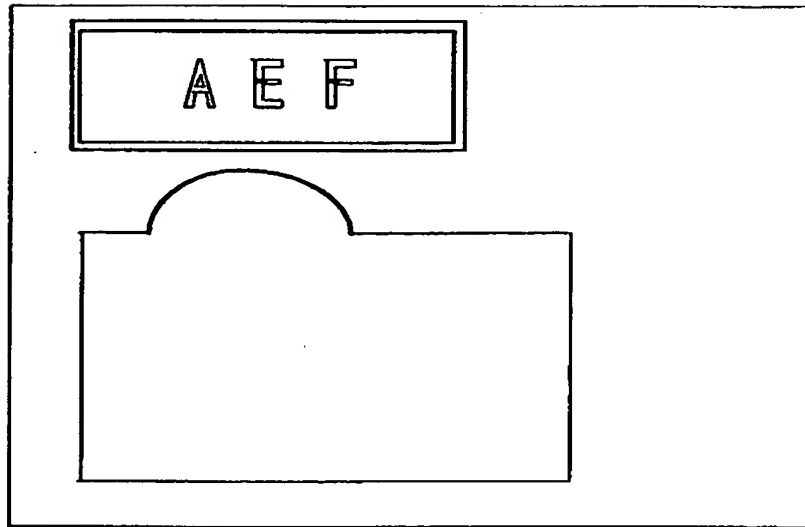
【図 4】



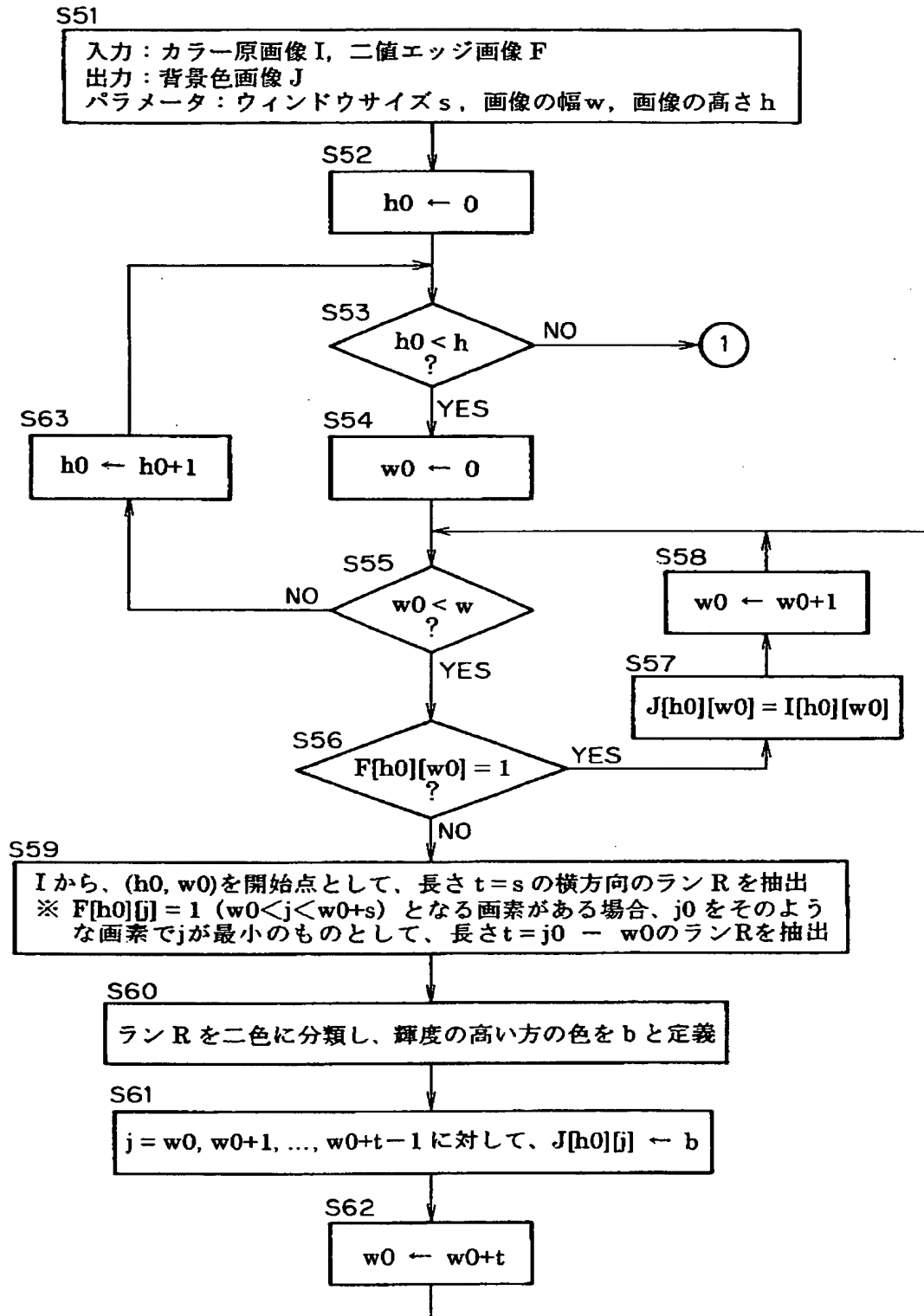
【図 5】



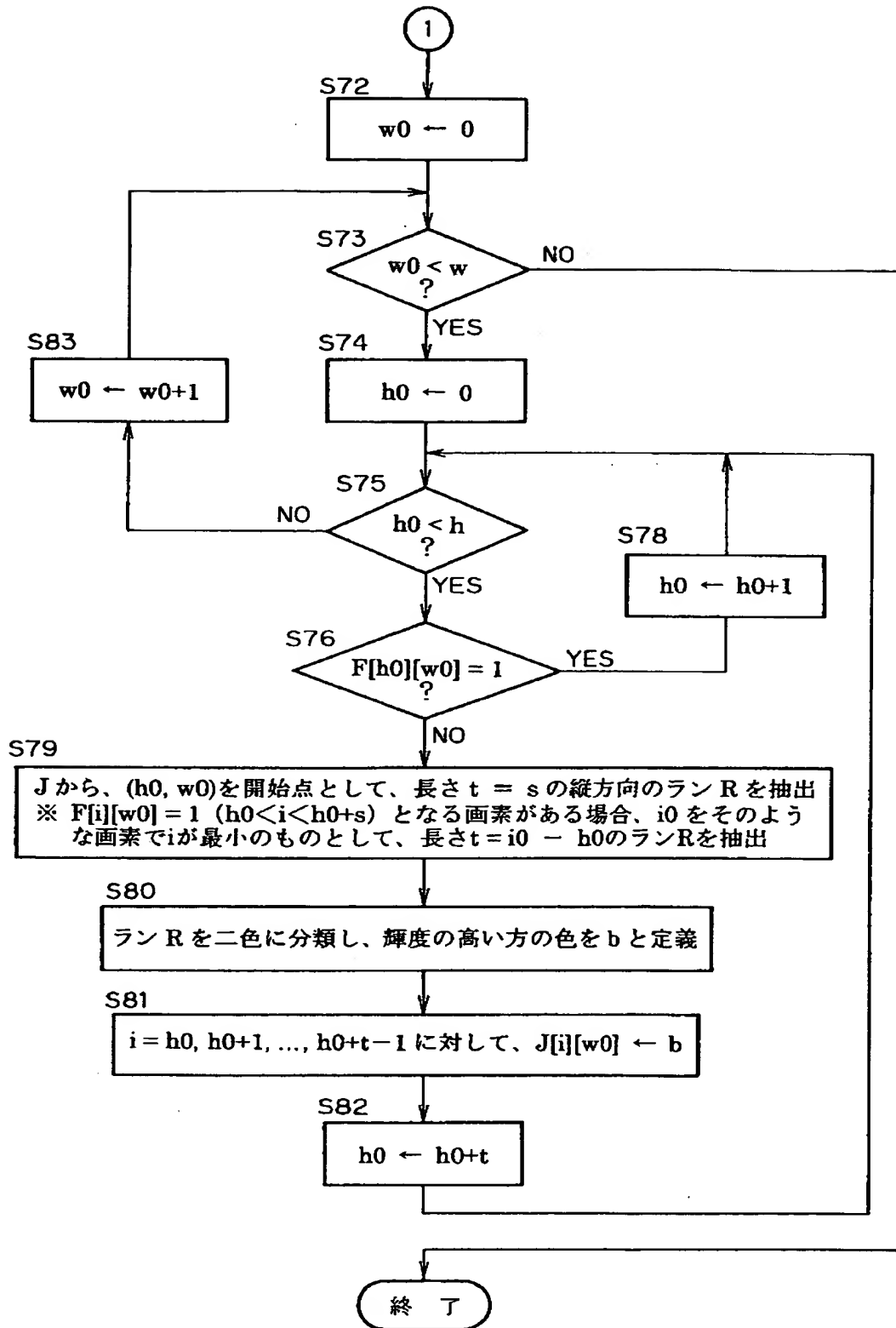
【図 6】



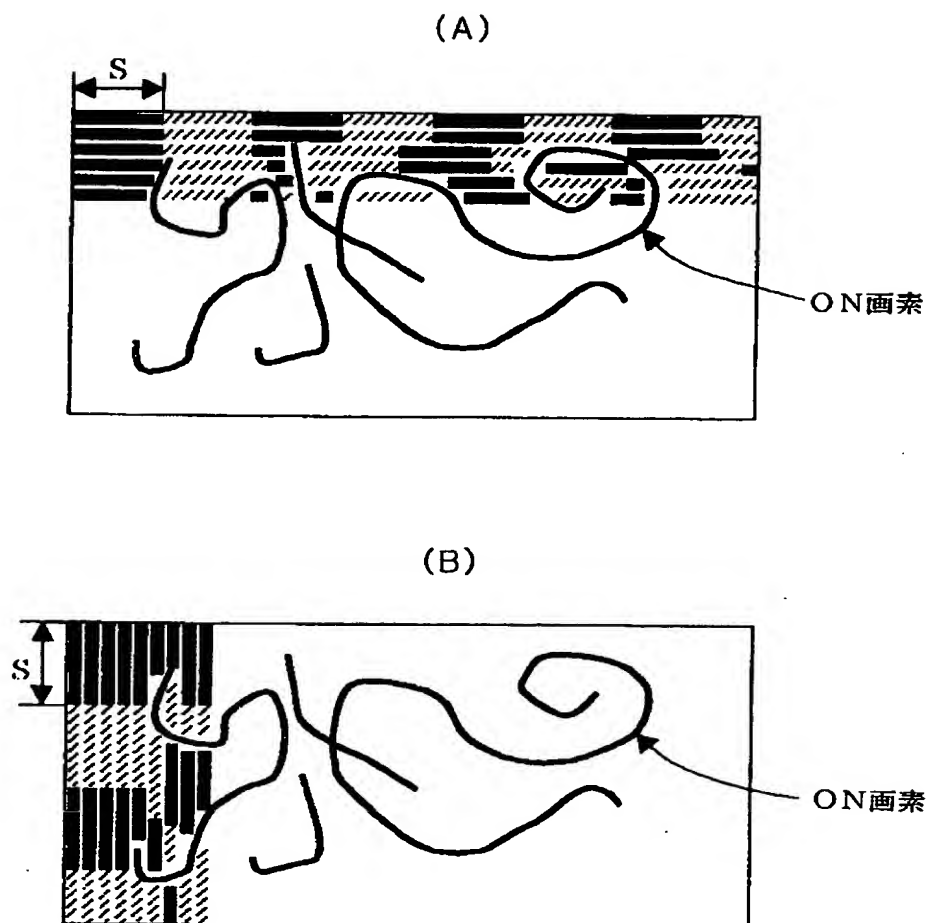
【図 7】



【図 8】



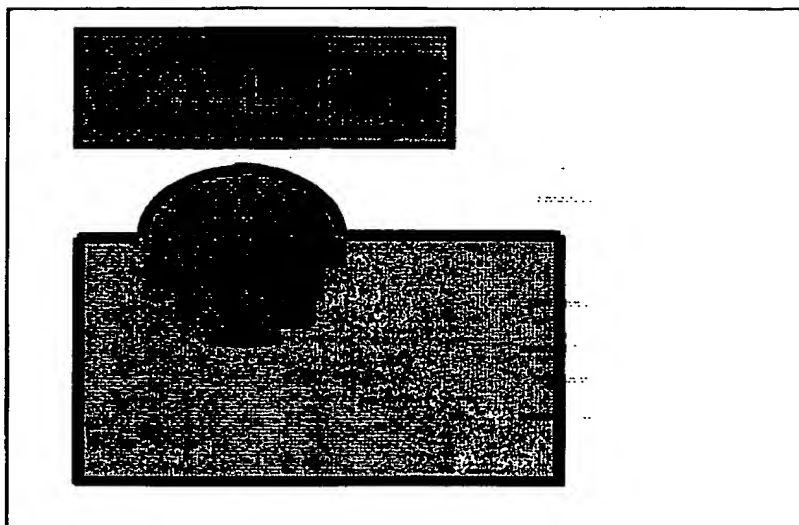
【図 9】



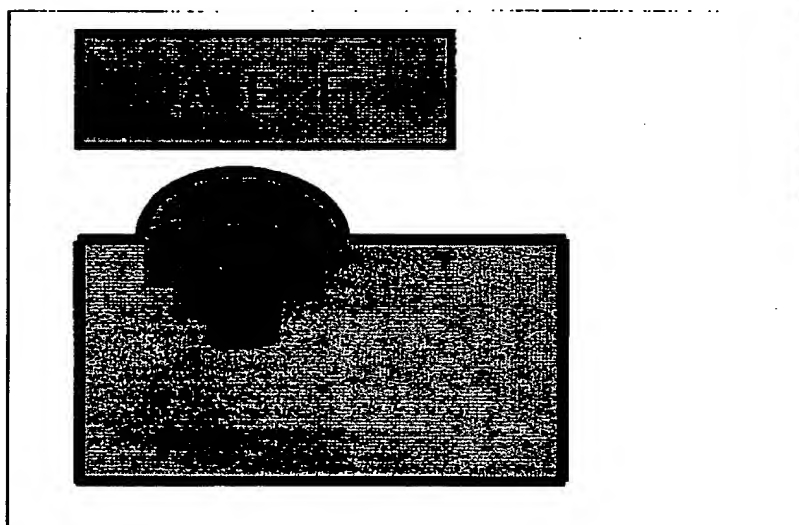
【図 1 0】

(A)

2mm
↔



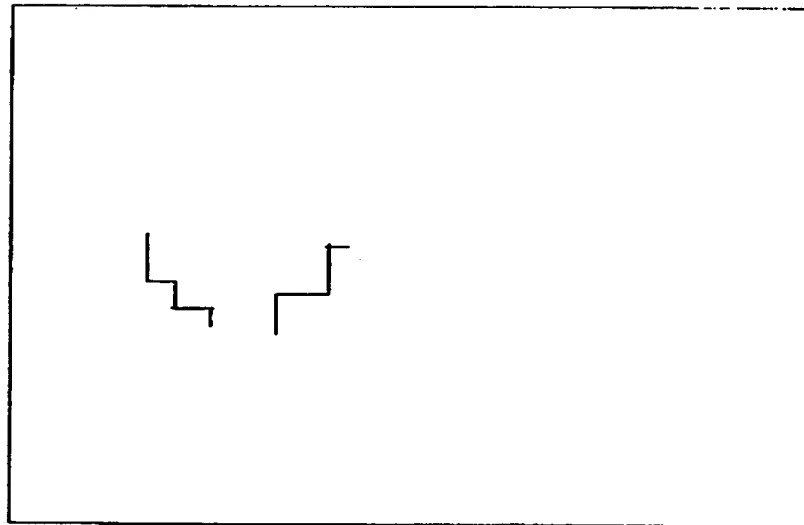
(B)



【図 1 1】



【図 1 2】



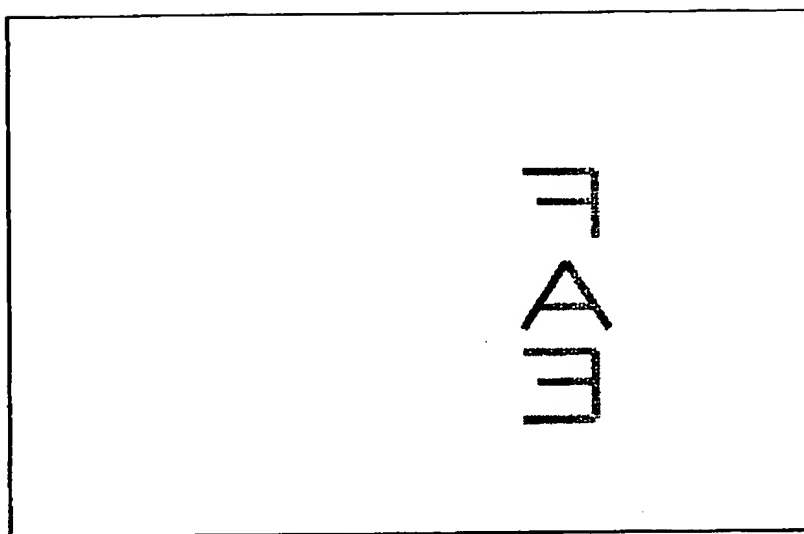
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 両面印刷されたカラー原稿に対して、特殊な入力デバイスに依存することなく紙の片面の画像情報だけを用いて裏写りを除去することが可能なカラー画像処理方法を提供する。

【解決手段】 入力カラー画像の解像度を縮小し（S 2）、カラー座標系を独立性が高いものに変換する（S 3）。エッジ強度計算を行い（S 4）、二値化処理によりエッジを検出し（S 5）、エッジ以外の領域に対してカラー閾値処理を行って背景色画像を推定し（S 6）、裏写り除去画像を合成する（S 7）。原画像と裏写り除去画像のエッジ強度からエッジ差分画像を生成し（S 9）、不適切な処理により画像が劣化している個所を検出する。その個所の周囲で処理スケール（ウィンドウサイズ）を縮小して処理を再度実行する（S 1 1, S 1 2）。裏写り除去画像と縮小原画像の差分計算により裏写り部分を同定し（S 1 3）、元の解像度の原画像での裏写り部分を除去し（S 1 4）、画像を出力する（S 1 5）。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006747]

| | |
|----------|------------------|
| 1. 変更年月日 | 1990年 8月24日 |
| [変更理由] | 新規登録 |
| 住 所 | 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 |
| 氏 名 | 株式会社リコー |